

TechnoPharm – Making Science Work, Ausgabe Nr. 2/2013, 02.04.2013
Auflage 11.500, Seite 76 - 78

TechnoPharm
 Prozesstechnik

Prozessräume statt durchblasen gezielt beatmen

Niederdruckregler zum Inertisieren und Beatmen von Reaktoren als Schutzmaßnahme gegen Explosion, Oxidation und Kontamination

Maria Quast • Bormann & Neupert GmbH & Co. KG, Düsseldorf

Korrespondenz: Maria Quast, Bormann & Neupert GmbH & Co. KG, Volmerswerther Str. 30, 40221 Düsseldorf;
e-mail: M.Quast@bormann-neupert.de

Zusammenfassung

In pharmazeutischen Herstellungsprozessen und in der Biotechnologie besteht häufig die Gefahr, dass Produkte und Umgebungsatmosphäre ungewollt miteinander reagieren. Durch den Kontakt mit Sauerstoff oxidieren z. B. Lösungsmittel. Die Folge ist dann in der Regel eine geringere Produktqualität. Womöglich werden ganze Produktchargen unbrauchbar und hoher wirtschaftlicher Schaden droht. Entstehen ungewollt aggressive Gase oder hochkorrosive Stoffe, können auch Anlagen geschädigt oder Mitarbeiter gefährdet werden. Ungeplante, kostspielige Produktionsunterbrechungen und Reparaturen sind dann die Folge.

Um das zu vermeiden, werden Reaktoren und Behälter vor jedem Prozess inertisiert. Das heißt, die sauerstoffhaltige Atmosphäre im Reaktorraum wird vollständig durch ein reaktionsarmes Inertgas wie z. B. Stickstoff ausgetauscht. Zudem gilt es, auch während des Produktionsvorgangs den inertierten Zustand aufrecht zu erhalten, also den Eintritt von Luft bzw. den Austritt gefährlicher Gase zu verhindern. Zugleich wird so das Entstehen einer zündfähigen Atmosphäre effektiv unterbunden.

Autorin



Maria Quast

Maria Quast ist Technische Leiterin beim Düsseldorfer Ingenieurbüro und Lieferanten für Sicherheitstechnik Bormann & Neupert. Dort berät die Diplom-Ingenieurin namhafte Unternehmen der pharmazeutischen und chemischen Industrie bei der Auslegung hochsicherheitsrelevanter Industriearmaturen. Zudem repräsentiert sie Bormann & Neupert auf internationalen Fachmessen und Kongressen. Ihr Maschinenbau-Studium absolvierte die 1967 geborene Maria Quast an der RWTH Aachen.

Einleitung

In der industriellen Produktion hat sich das kontrollierte Beatmen mit Niederdruckreglern durchgesetzt. Es bietet wesentliche wirtschaftliche und sicherheitstechnische Vorteile gegenüber dem früher üblichen Durchblasen. Dabei wurde wesentlich mehr Inertgas benötigt und es kam zu erheblichen – umweltbelastenden und teuren – Verlusten von Prozessgasen in die Abluftsysteme. Innovative Niederdruckregler (Abb. 1) kontrollieren und steuern

die Prozessatmosphäre stattdessen wesentlich präziser und zuverlässiger.

Grundsätzlich unterscheidet man zwei verschiedene Beatmungsverfahren: Beatmen mit Überdruck oder mit Unterdruck im Prozessraum.

Das Überdruckverfahren schützt empfindliche Stoffe vor dem Eintritt von Umgebungsluft von außen. Auf diese Weise wird die Bildung einer oxidationsfähigen Atmosphäre im Prozessraum unterbunden und konstante, reproduzierbare Bedingungen geschaffen. Soll hingegen die Umge-

bung vor dem Austritt schädlicher Gase – z. B. hochgiftigem Chlorgas oder die Atemwege verätzendem Kohlenoxidchlorid – geschützt werden, wird im Unterdruckverfahren beatmet. So wird die Umgebung sicher vor Kontamination geschützt. Außerdem gewährleistet die kontinuierliche und selbsttätige Steuerung der inertierten Atmosphäre während des Prozesses einen zuverlässigen Explosionsschutz für Anlagen und Mitarbeiter.

Zu Prozessbeginn eingestellt, arbeiten die Niederdruckregler im wei-



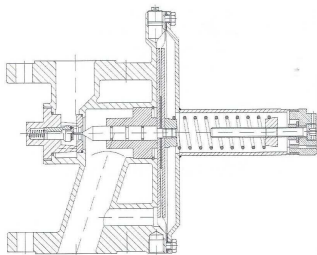


Abb. 1: Querschnitt eines Niederdruckreglers
(Quelle: alle Bormann & Neupert GmbH & Co. KG).

teren Verlauf autonom. Ein Nachregeln ist nicht notwendig. Ändern sich die Prozessbedingungen, steuern Druckreduzier- und Überströmventile das Nachspeisen oder Abblasen des Inertgases. Sowohl Niederdruck-Überströmventile als auch Niederdruck-Reduzierventile sind Relativ-Druckregler, bei denen der Sollwert über eine Einstellfeder zwischen -200 und +4000 mbar präzise reguliert werden kann. Zu empfehlen sind Drücke zwischen 10 und 50 mbar. In diesem Bereich ist der Inertgasbedarf relativ gering. Für Sonderanwendungen, die wesentlich höhere Drücke erfordern, wurden auf Basis der Niederdruckregler Mittel-druckregler für bis zu 40 bar entwickelt.

Funktionsprinzipien

Niederdruckregler können auf zwei unterschiedliche Weisen arbeiten – entweder als Reduzierer oder als Überströmer. Als Reduzierer halten die Niederdruckventile beim Beatmen den Hinterdruck konstant. Im Ruhezustand ist der Regler geöffnet und das Inertgas kann solange hindurchströmen, bis der durch die Drainageleitung auf die Membran wirkende Hinterdruck die zuvor eingestellte Federkraft übersteigt und das Ventil schließt. Erst wenn der Prozessdruck den Sollwert unterschreitet, öffnet die Feder den Ventil-

sitz wieder. So kann Gas nachströmen bis der Hinterdruck wieder das eingestellte Niveau hat und die Membran den Regler verschließt.

Als Überströmer sorgen die Niederdruckventile für eine Begrenzung des Vordrucks im Prozessraum. Im drucklosen Zustand ist der Regler zunächst geschlossen. Steigt der Vordruck an, wirkt dieser über die Drainageleitung auf die Membran. Wird die Membrankraft größer als die voreingestellte Federkraft, öffnet diese den Durchlass. Das Gas kann solange durch das Ventil ausströmen, bis der Vordruck wieder den Sollwert erreicht hat und die Feder den Regler schließt.

Für eine optimale Beatmung sind also jeweils ein Reduzierer und ein Überströmer notwendig. So wird unter höchsten Sicherheitsstandards der Überlagerungsdruck zuverlässig geregelt. Zum Inertisieren wird zu meist Stickstoff verwendet. Anders als das stark reaktionsfähige Luftgemisch der Umgebungsatmosphäre ist Stickstoff ausgesprochen reaktionsarm und zudem wirtschaftlich günstig.

Sicher in der Praxis

Häufige Anwendung finden Niederdruckregler auch in automatischen oder halbautomatischen Abfüllanlagen für Schüttgut (Abb. 2). Denn pulverförmige Stoffe reagieren aufgrund ihrer feinteiligen Struktur und der sich daraus ergebenden großen Oberfläche oft empfindlich auf den Sauerstoff der Umgebungsluft – das Schüttgut kann oxidieren. Um für hochwertige Produkte eine optimale Qualität und lange Haltbarkeit zu gewährleisten, müssen sie in absolut luftdichten Gebinden abgefüllt werden, damit das Schüttgut sicher gelagert und transportiert werden kann.

Wesentliche Voraussetzung also: Beim Abfüllen gelangt kein Sauerstoff an die empfindlichen Substanzen und mit in die Verpackung. Dabei übernehmen Niederdruckregler eine unverzichtbare Funktion, im Folgenden erläutert an einer vollautomatischen Abfülllinie für Düngemittel. Hier gilt es – wirtschaftlich, sicher und hochpräzise –, 10 bis 200 Liter große Innensäcke von Fässern und Kartons oder bis zu 1000 Liter fassende „Big-Bags“ für Großverbraucher zu befüllen.

Unabhängig vom Volumen müssen alle Säcke für ein problemloses Befüllen zunächst immer vorgeformt sein. Dazu werden sie mit einem Überdruck von 20 bis 30 mbar aufgeblasen. Entscheidend: Ist dieser Druck zu gering, formt er den Sack nicht vollständig aus; ist er zu hoch, kann er ihn beschädigen. Deshalb wird der Druck spezifisch an Material und Dicke der Gebinde angepasst und muss unbedingt eingehalten werden.

Ist der Innensack so vorbereitet und dicht, dass keine Umgebungsluft eindringen kann, wird er mit dem Schüttgut befüllt. In dieser Phase liegt der Überdruck im Gebinde nur

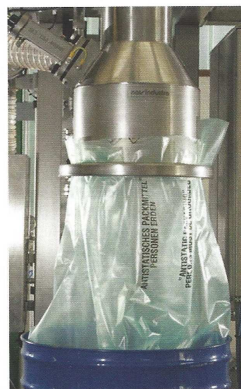


Abb. 2: Niederdruckregler bei der Schüttgutverarbeitung.

TechnoPharm 3, Nr. 2, 76-78 (2013)
© ECV • Editio Cantor Verlag, Aulendorf (Germany)

Techno
Pharm

Prozesstechnik

noch bei 3 bis 5 mbar und muss – trotz des sich ändernden Gasvolumens – präzise gehalten werden. Denn bereits minimale Schwankungen würden die empfindliche Waage der Anlage stark beeinflussen. Die Niederdruckregler ermöglichen ein genaues Abwiegen des Schüttguts bereits während des laufenden Prozesses und machen spätere Kontrollwiegungen überflüssig. Zugleich halten sie nach dem oben bereits beschriebenen Prinzip den inerten Zustand im Gebinde aufrecht und verhindern wirkungsvoll die Oxidation des verarbeiteten Stoffes.

Zuverlässiger Schutz vor möglichen Gefahrenquellen

Beim Abfüllen der pulverförmigen Düngemittel, aber auch z.B. von Futtermitteln oder Stärke, wird immer auch Produktstaub aufgewirbelt. Das kann eine große Gefahrenquelle sein: Umgebungsluft und Staub können sich unter Umständen zu einem zündfähigen Gemisch verbinden. Schon ein kleiner Funke löst dann womöglich eine Explosion aus. Um Anlagen und Mitarbeiter zu schützen, ist deshalb ein zuverlässiger Explosionsschutz unverzichtbar.

Nach der EU-weit gültigen und verpflichtenden Explosionsschutzrichtlinie ATEX bietet nur die Vermeidung einer zündfähigen Atmosphäre die höchste Sicherheit. Durch die Beaufschlagung des Abfüllpro-

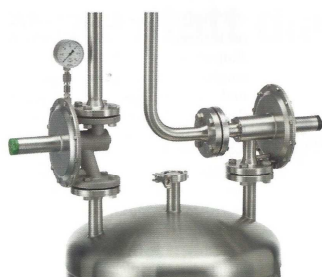


Abb. 3: Niederdruckregler an einem Tank.

zesses mit reaktionsarmem Stickstoff kann sich in der Anlage kein zündfähiges Gemisch bilden. Die eingesetzten Niederdruckregler gewährleisten diesen so genannten primären Explosionsschutz, indem sie den Kontakt von Schüttgut und Umgebungssauerstoff verhindern.

Beim hier beschriebenen Abfüllen pulverförmiger Schüttgüter ist eine Verschmutzung der Regler funktionsbedingt ausgeschlossen. Sie werden ausschließlich von sauberem Inertgas durchströmt. Für Anwendungen, bei denen sich Verunreinigungen nicht vermeiden lassen, haben Anbieter Sonderausführungen entwickelt. Bei diesen ist die Spindel der Führung als Vierkant ausgeführt. So läuft sie auch bei Verschmutzung leicht und die reibungslose Funktion bleibt gewährleistet.

Neben Verunreinigungen können auch starke Temperaturschwankungen die Regelqualität der Ventile beeinflussen, wenn dem nicht konstruktionstechnisch vorgebeugt wird. Anwender, in deren Anlagen die

Temperaturen stark schwanken, sollten also auf Niederdruckregler setzen, deren Design an die Eigenschaften der filigranen Bauteile im Inneren angepasst ist.

Einwandfreie Hygiene mit angepassten Sterilausführungen

In anderen Anlagen – vor allem zum Abfüllen von Arznei- oder Lebensmitteln – herrschen oft besonders hohe hygienische Anforderungen (Abb. 3). Deshalb werden dort Reinraum-Ausführungen der Niederdruckregler eingesetzt. Diese sind in Konstruktion, Material und Oberflächengüte speziell an Reinraumanforderungen angepasst: Oberflächenrauheiten bis zu $0,8\ \mu\text{m}$ – bei Bedarf auch feiner – und bestmögliche Totraumfreiheit verhindern Ablagerungen. Standardisierte CIP-Anschlüsse ermöglichen ein effektives Reinigen vor Ort ohne Zerlegen. Auch das Desinfizieren und Sterilisieren mit korrosiv wirkenden Chemikalien und Heißdampf müssen alle Bauteile dauerhaft schadfrei überstehen.

Anwender orientieren sich am besten an den jeweils relevanten Normen und Vorgaben, z.B. der FDA oder des GMP-Standards. Bei der Suche nach sicheren und zugleich wirtschaftlichen Lösungen sind natürlich auch zuverlässige und kompetente Partner gefragt. So konnten sich etwa Niederdruckregler, bei denen – um Toträume vollständig zu vermeiden – Prozess- und Regelkreis vollständig voneinander getrennt wurden, nicht am Markt durchsetzen. Die Druckübertragung mithilfe eines Transmitters und die aufwändige Installation erwiesen sich als zu kostspielig.